

Н.И. БОЙКО, д-р техн. наук, главн. науч. сотр., проф. НТУ «ХПИ»,
Л.С. ЕВДОШЕНКО, ст. науч. сотр., НТУ «ХПИ»,
В.М. ИВАНОВ, ст. науч. сотр., НТУ «ХПИ»

КОММУТАЦИЯ ЭНЕРГИИ ТИРИСТОРАМИ И ТРАНЗИСТОРАМИ ИЗ НИЗКОВОЛЬТНОЙ ЦЕПИ В ВЫСОКОВОЛЬТНУЮ В ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ГЕНЕРАТОРАХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Розглянуто відмінності тиристорів і транзисторів у якості ключів при комутації низьковольтних кіл для передачі енергії у навантаження в трансформаторних генераторах високовольтних імпульсів.

Differences are considered for thyristors and transistors as keys when switching low voltage circuits to transmit energy in load of transformer high-voltage pulse generators.

Рассмотрены отличия тиристоров и транзисторов в качестве ключей при коммутации низковольтных цепей для передачи энергии в нагрузку в трансформаторных генераторах высоковольтных импульсов.

Тиристоры и транзисторы – наиболее распространённые управляемые полупроводниковые приборы, которые широко применяются в качестве ключевых элементов в современной силовой электронике [1, 2]. Всё большее применение они находят в качестве ключей для низковольтных цепей в различных высоковольтных устройствах, в том числе в высоковольтных генераторах на основе импульсных трансформаторов. Оба эти типа приборов могут работать в микросекундном и наносекундном диапазоне времени переключения энергии в нагрузку при рабочих напряжениях между силовыми выводами отдельного прибора до 10 кВ и допустимых токах через прибор (или сборку в отдельном корпусе) до нескольких килоампер. Для тиристора эти выводы – анод и катод, для биполярного транзистора – коллектор и эмиттер. И тиристоры, и транзисторы могут использоваться в качестве включающих (замыкающих) приборов. Принципиальным отличием транзистора от классического тиристора как ключа является возможность произвольного управляемого выключения (размыкания) транзистора в любой возможный момент времени. Это отличие, которое на первый взгляд выглядит неоспоримым преимуществом, может привести к выходу из строя транзистора (транзисторного ключа), если выбрать момент его выключения неправильно. В трансформаторных источниках (генераторах) высоковольтных импульсов с различными вариантами нагрузки (ёмкостной, индуктивной, резистивной, смешанной) при выключении транзисторного ключа в их низковольтной цепи, когда через ключ протекает ток i , по закону электромагнитной индукции на ключе может быть наведено напряжение

$$u=d(Li)/dt,$$

где L – индуктивность низковольтной цепи, в которой находится транзисторный ключ и через которую протекает ток i .

Напряжение u может превысить допустимое напряжение на транзисторном ключе несмотря на защитные меры (например, установку сапрессоров или защитных RC – цепочек). Это приведет к выходу транзисторного ключа из строя. Чем быстрее происходит размыкание ключа, тем больше возникающее напряжение u на нем, тем быстрее должна срабатывать защита ключа от перенапряжений. Наиболее простым и эффективным методом защиты транзисторного ключа от перенапряжений, вызванных его размыканием, является выключение его в те отрезки времени, когда ток через ключ не протекает, или ток достаточно мал. В этом случае быстродействующие транзисторы имеют преимущество, поскольку для их размыкания требуется минимальное время отсутствия тока (например, 30 нс). Сказанное весьма важно для современных транзисторов – IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistors), поскольку они допускают протекание больших токов (до нескольких килоампер в одной сборке), имеют короткое время размыкания, лежащее в наносекундном диапазоне, и не допускают перенапряжений.

Список литературы: 1. *Месяц Г.А.* Импульсная энергетика и электроника / *Г.А. Месяц*. – М.: Наука, 2004. – 704 с. 2. *Семёнов Б.Ю.* Силовая электроника: от простого к сложному. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 416 с.

Поступила в редколлегию 06.10.11